

FUEL CELL SYSTEM

Patent Number: JP2002124290
Publication date: 2002-04-26
Inventor(s): HIGASHIKURA SHINSUKE
Applicant(s): NISSAN MOTOR CO LTD
Requested Patent: ☐ JP2002124290
Application Number: JP20000315737 20001016
Priority Number(s):
IPC Classification: H01M8/06; H01M8/04; H01M8/10
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system capable of properly draining water from a water recovery tank, in a fuel cell system provided with the water recovery tank for recovering water produced in a fuel gas passage.

SOLUTION: This fuel cell system is provided with water recovery devices 20A and 20B in the upstream and the downstream of a fuel electrode 2 of a fuel cell 1, and the water produced in the fuel gas passage (circulation duct 7) is recovered in the water recovery tank 27 of the water recovery devices 20A and 20B. A drain valve 31 is mounted to a tank exhaust port 30 of the water recovery tank 27, the drain valve 31 is so controlled as to be opened when a water level sensor 29 senses a reference high water level, and closed when a predetermined opening period elapses from the opening.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-124290

(P2002-124290A)

(43) 公開日 平成14年4月26日 (2002. 4. 26)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 M	8/06	H 0 1 M	W 5 H 0 2 6
	8/04		J 5 H 0 2 7
			A
	8/10	8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-315737 (P2000-315737)

(22) 出願日 平成12年10月16日 (2000. 10. 16)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

(72) 発明者 東倉 伸介

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100075513

弁理士 後藤 政喜 (外 1 名)

F ターム (参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 BA01 BA13 KK05 KK52

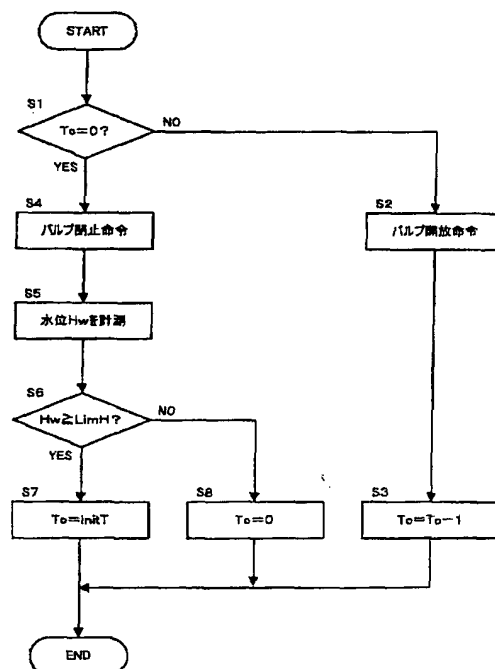
MM08 MM09

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料ガス流路に発生した水を回収する水回収タンクを備えた燃料電池システムにおいて、水回収タンクからの水の排出を適切に行いうるものを提供する。

【解決手段】 燃料電池 1 の燃料極 2 上流、下流に水回収装置 20 A、20 B を備え、燃料ガス流路 (循環管路 7) 内に発生した水を、水回収装置 20 A、20 B の水回収タンク 27 に回収する。水回収タンク 27 のタンク排出口 30 には排出バルブ 31 を備えるとともに、この排出バルブ 31 を、水位センサ 29 が基準高水位を検出した時点で開放し、この開放から所定の開放時間が経過した時点で閉止するように制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】燃料極と酸化剤極とを備えた燃料電池と、燃料ガス流路内の水が回収される水回収タンクと、この水回収タンク内の水の外部への排出口に設けられた排出バルブと、

を備えた燃料電池システムにおいて、前記水回収タンクの水位が基準高水位であることを検出する水位センサと、

この水位センサによる基準高水位検出があった時点で前記排出バルブを開放し、この排出バルブの開放から、前記水回収タンク内の水が全量排出されるのに要する時間よりも短い所定の開放時間が経過した時点で前記排出バルブを閉止するバルブ制御手段と、

を備えたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】前記バルブ制御手段は、前記開放時間を前記燃料ガス流路内の燃料ガス圧力に基づいて決定することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】前記バルブ制御手段は、前記燃料ガス圧力が大気圧以下である場合には前記開放時間を0に設定する一方で、前記燃料ガス圧力が大気圧より大きい場合には、前記燃料ガス圧力が大きくなるほど前記開放時間を短くすることを特徴とする請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】前記開放時間を前記燃料電池の出力電力に基づいて決定することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項5】前記バルブ制御手段は、前記燃料電池の出力電力が大きくなるほど前記開放時間を短くすることを特徴とする請求項4に記載の燃料電池システム。

【請求項6】前記燃料ガス流路に圧力制御バルブを備えるとともに、前記バルブ制御手段は、前記開放時間を前記圧力制御バルブの弁開度に基づいて決定することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項7】前記バルブ制御手段は、前記圧力制御バルブの弁開度が大きくなるほど前記開放時間を短くすることを特徴とする請求項6に記載の燃料電池システム。

【請求項8】前記燃料極の入口側と出口側のそれぞれに前記水回収タンクと前記排出バルブと前記水位センサとを備え、前記バルブ制御手段により前記入口側と出口側の排出バルブをそれぞれ制御することを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

【請求項9】前記燃料極の出口側の排出バルブの全開開口面積を、前記燃料極の入口側の排出バルブの全開開口面積よりも大きくしたことを特徴とする請求項8に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池は、水素を含む燃料ガスを燃料極に供給し、酸素を含む酸化剤ガス（空気）を酸化剤極に供給することにより、水素と酸素を電気化学的に反応させて直接発電するものであり、小規模でも高い発電効率が得られるとともに、環境保護のためにも優れたものである。

【0003】このような燃料電池の一種である固体高分子型燃料電池では、電解質である固体高分子膜を燃料極と空気極とで挟み込んで単位セルが構成され、この単位セルを複数積層して燃料電池スタックが構成される。燃料極に供給された水素は、水素イオン化し、固体高分子膜内に拡散して酸化剤極に達して、酸素と反応する。

【0004】この場合、固体高分子膜にイオン透過性を持たせるために、固体高分子膜には適度な湿度を与えておく必要があり、燃料ガスと空気は適度に加湿された状態で燃料電池に供給される。このため、燃料電池からの残留燃料ガスは、水分を多く含み、かつ反応熱で温められた状態で排出され、この残留燃料ガスが流路の放熱冷却などで冷却されると、燃料ガス中の水蒸気が飽和して、ガス流路内に水が生成されてしまう。また、燃料電池では水素と酸素の電気化学反応で水が生成される。

【0005】このようにガス流路内に発生した水が、流路を伝って燃料電池本体に流れ込み、固体高分子膜に付着すると、燃料電池の発電効率が著しく悪化する。したがって、この水を確実に回収することが必要となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】そこで、例えば特開2000-90954号公報には、燃料電池のガス流路中の水を回収するタンクを備えたシステムが提案されている。これは、燃料ガス配管内で水を凝結させ、配水管を通してタンクに水を貯えるもので、これにより、配管内に発生した水が燃料電池側に流入しないようになっている。そして、タンク内に回収された水は、所定の高水位以上となったところで、所定の低水位になるまで、排出弁の開放により外部に排出される。このように、水位が所定の低水位になったところで排出弁を閉じるのは、排出弁が開放されたままタンク内の水が完全に排出されてしまい、排出弁から燃料ガスが放出されてしまうことを防止するためである。

【0007】しかしながら、このように排出弁を高水位で開放し、低水位で閉止するように制御するのでは、低水位での排出弁の閉止が適切に行えない恐れがある。すなわち、タンク内の水が低水位以下に減ってきた場合でも、水位センサの低水位を検出する検出部には、水が表面張力によって水滴となって付着していることが多いので、水の低水位を正確に検出するのは困難な場合が多い。そして、低水位が正しく検出されないまま水が排出が継続されると、排出弁が開放されたままタンク内の水が無くなってしまい、燃料ガスが排出弁から外部に

放出される。これでは、供給燃料ガスに対する出力電力効率が著しく低下してしまう。

【0008】本発明は、このような問題点に着目してなされたもので、燃料ガス流路に発生した水を回収する水回収タンクを備えた燃料電池システムにおいて、水回収タンクからの水の排出を適切に行いうるものを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】第1の発明では、燃料極と酸化剤極とを備えた燃料電池と、燃料ガス流路内の水が回収される水回収タンクと、この水回収タンク内の水の外部への排出口に設けられた排出バルブとを備えた燃料電池システムにおいて、前記水回収タンクの水位が基準高水位であることを検出する水位センサと、この水位センサによる基準高水位検出があった時点で前記排出バルブを開放し、この排出バルブの開放から、前記水回収タンク内の水が全量排出されるのに要する時間（排出バルブの開放が継続するとして、水回収タンク内の基準高水位にある水の全量が、外部に排出されるのに要する時間）よりも短い所定の開放時間が経過した時点で前記排出バルブを閉止するバルブ制御手段とを備えた。

【0010】第2の発明では、前記バルブ制御手段は、前記開放時間を前記燃料ガス流路内の燃料ガス圧力に基づいて決定する。

【0011】第3の発明では、前記バルブ制御手段は、前記燃料ガス圧力が大気圧以下である場合には前記開放時間を0に設定する一方で、前記燃料ガス圧力が大気圧より大きい場合には、前記燃料ガス圧力が大きくなるほど前記開放時間を短くする。

【0012】第4の発明では、前記開放時間を前記燃料電池の出力電力に基づいて決定する。

【0013】第5の発明では、前記バルブ制御手段は、前記燃料電池の出力電力が大きくなるほど前記開放時間を短くする。

【0014】第6の発明では、前記燃料ガス流路に圧力制御バルブを備えるとともに、前記バルブ制御手段は、前記開放時間を前記圧力制御バルブの弁開度に基づいて決定する。

【0015】第7の発明では、前記バルブ制御手段は、前記圧力制御バルブの弁開度が大きくなるほど前記開放時間を短くする。

【0016】第8の発明では、前記燃料極の入口側と出口側のそれぞれに前記水回収タンクと前記排出バルブと前記水位センサとを備え、前記バルブ制御手段により前記入口側と出口側の排出バルブをそれぞれ制御する。

【0017】第9の発明では、前記燃料極の出口側の排出バルブの全開開口面積を、前記燃料極の入口側の排出バルブの全開開口面積よりも大きくした。

【0018】

【発明の作用および効果】第1の発明では、水回収タン

クに回収された水は、排出バルブから外部に放出されるが、この排出バルブは、水位センサによって基準高水位の検出があった時点で開放され、この開放から所定の開放時間が経過した時点で閉止される。このため、排出バルブの閉止タイミングは、誤検出が起こりうる水位センサによる低水位の検出に頼らずに決定されるので、水回収タンク内の水が完全に排出されてしまう前の適切なタイミングで、確実に排出バルブを閉止することができ、したがって、排出バルブが開放されたままで水回収タンクの水が無くなることにより、燃料ガスが排出バルブから外部に逃げ出して、供給燃料ガスに対する出力電力効率が低下してしまうことを防止できる。また、水位センサは、基準高水位を検出できる簡素な構成のものでよいので、コストを削減できる。

【0019】第2の発明では、開放時間は燃料ガス圧力に基づいて決定されるので、燃料ガス圧力によって変わってくる排出バルブからの水の排出速度に応じて、開放時間を適切に設定することができ、排出バルブの開放制御を的確に行うことができる。

【0020】第3の発明では、燃料ガス圧力が大気圧以下である場合には、排出バルブは開放されないの、大気が排出バルブから水回収タンク内に逆流してしまうことを防止できる。また、燃料ガス圧力が大気圧より大きい場合には、燃料ガス圧力が高くなって排出バルブからの水の排出速度が速くなるほど開放時間が短くされるので、燃料ガス圧力に対して適切な開放時間を設定でき、排出バルブが開放されたままで水回収タンク内の水が完全に排出されてしまうことを確実に防止できる。

【0021】第4の発明では、開放時間は燃料電池の出力電力に基づいて決定されるが、燃料電池の出力電力と燃料ガス圧力の間には、出力電力が大きくなるほど燃料ガス圧力が高くなるという関係があるので、結局、開放時間として燃料ガス圧力に応じた適切な時間を設定できる。

【0022】第5の発明では、燃料電池の出力電圧が大きくなるほど開放時間が短くされるが、燃料電池の出力電力と燃料ガス圧力の間には、出力電力が大きくなるほど燃料ガス圧力が高くなるという関係があるので、結局、燃料ガス圧力が高くなるほど開放時間を短く設定することになり、開放時間を適切に設定することができる。

【0023】第6の発明では、開放時間は圧力制御バルブの弁開度に基づいて決定されるが、圧力制御バルブの弁開度と燃料ガス圧力の間には、弁開度が大きくなるほど燃料ガス圧力が高くなるという関係があるので、結局、開放時間として燃料ガス圧力に応じた適切な時間を設定できる。

【0024】第7の発明では、圧力制御バルブの弁開度が大きくなるほど開放時間が短くされるが、圧力制御バルブの弁開度と燃料ガス圧力の間には、弁開度が大きく

なるほど燃料ガス圧力が高くなるという関係があるので、結局、燃料ガス圧力が高くなるほど開放時間を短く設定することになり、開放時間を適切に設定することができる。

【0025】第8の発明では、水回収タンクを燃料極の入口側（上流側）と出口側（下流側）にそれぞれ備えるので、燃料極の入口側、出口側の燃料ガス流路にそれぞれ発生した水を、それぞれ燃料極の入口側、出口側の水回収タンクに回収でき、燃料電池内に余分な水が侵入することを確実に防止できる。

【0026】第9の発明では、燃料極の出口側の排出バルブの全開開口面積を、燃料極の入口側の排出バルブの全開開口面積よりも大きくしたので、入口側と出口側の両排出バルブをそれぞれ全開となるように制御した場合に、燃料極出口側の燃料ガスの圧力が低くなったことで出口側の排出バルブからの単位面積当たりの水の排出速度が入口側の排出バルブよりも遅くなった分を、全開開口面積が広がったことで補うことができ、同じ開放時間では両排出バルブから略同量の水が排出されることになる。したがって、2つの排出バルブを同じ開放時間で制御することができ、制御を簡略化できる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づいて、本発明の実施の形態について説明する。

【0028】図1には、燃料電池システムの全体構成を示す。

【0029】燃料電池システムの燃料電池スタック1は、固体高分子膜（図示せず）を燃料極（アノード側電極）2と酸化剤極（カソード側電極）3で挟んでなる単位セルを、複数積層して構成される。燃料極2、酸化剤極3には、それぞれ水素を含む燃料ガス、空気が供給される。これにより、燃料極2でイオン化した水素が固体高分子膜内を移動し、酸素と接触して反応し、燃料電池スタック1は発電する。この場合、固体高分子膜はイオン透過性を持たせるために、燃料ガスと空気は適度に加湿された状態で、燃料電池スタック1に供給される。なお、燃料電池スタック1には、冷却水用の配管も組み込まれているが、図1では、ガス系の配管のみを示し、冷却水用の配管の図示は省略している。

【0030】水素貯蔵タンク4は、高圧状態の水素ガスを貯蔵するタンクである。水素貯蔵タンク4からの水素ガスは、圧力制御弁5で減圧され、循環装置6、循環管路7を通過して、燃料電池スタック1の燃料極2に燃料ガスとして供給される。なお、水素貯蔵タンク4と圧力制御弁5の間には、圧力制御弁5の前でいったん水素ガスを減圧するための別の弁を設けてもよい。また、水素ガスは、例えばメタノールや天然ガス等の原燃料から燃料改質装置によって生成されたものを供給するようにしてもよい。

【0031】循環装置6においては、燃料電池スタック

1の燃料極2の上流と下流の燃料ガス流路が接続して、循環管路7を形成している。これにより、水素貯蔵タンク4から圧力制御弁5を介して供給されてきた水素ガスが、燃料電池スタック1で使用されずに燃料極2下流の燃料ガス流路に排出されてきた残留燃料ガスと混合され、この混合気が、燃料極2上流の燃料ガス流路から燃料電池スタック1に供給されることになる。なお、燃料電池スタック1の直ぐ上流には圧力センサ8が設けられ、燃料極2に供給される燃料ガスの圧力が計測されるようになっている。

【0032】燃料極2下流の燃料ガス流路は、循環装置6に向かう流路と、バージ弁9に向かう流路とに分岐している。これにより、燃料電池スタック1の電力出力要求が急に小さくなり、循環管路7中の水素が燃料電池スタック1で消費しきれなくなった場合には、このバージ弁8が開かれ、余剰の水素ガスは、反応器10に導かれ、後述する余剰の空気とともに反応させられてから（燃やされてから）、大気に放出されるようになっている。

【0033】燃料極2上流の燃料ガス流路には水回収装置20Aが、また燃料極2下流の燃料ガス流路には水回収装置20Bが、それぞれ備えられる。これらの水回収装置10A、10Bは、循環管路7を流通する燃料ガスから水分を分離する装置であるが、その詳しい構成は、図2とともに後述する。

【0034】圧縮機11は、大気から取り込んだ空気を圧縮して空気流路に送り込む装置である。この圧縮空気は、水回収装置12で水分が除去されてから、燃料電池スタック1の酸化剤極3に送り込まれ、燃料電池スタック1内での電気化学反応に用いられる。

【0035】酸化剤極3の下流の空気流路は、水回収装置13および圧縮バルブ14側に向かう流路と、空気導入弁15側に向かう流路とに分岐している。空気導入弁15が閉じられているときには、燃料電池スタック1から排出された残留空気（燃料電池スタック1で酸素が消費された空気）は、水回収装置13および圧縮バルブ14側に導かれ、水回収装置13において水分を除去されてから、圧力制御バルブ14を通過して大気に放出される。この場合、圧力制御バルブ14の開度の調節によって、空気流路の圧縮空気圧力を調節することができる。また、上述のように余剰の水素ガス10を放出する場合には、空気導入弁15を開いて、余剰の空気を空気導入弁15下流の反応器10に導いて、燃料極2からの余剰水素と反応させることになる。

【0036】図2には、水回収装置20Aの構造を示す。

【0037】上述したように、燃料極2の上流と下流の燃料ガス流路には、それぞれ水回収装置20Aと20Bが備えられるが、本実施の形態においては、これらの水回収装置20A、20Bは全く同様の構造のものであ

る。したがって、以下、水回収装置20Aで代表して、その構造を説明する。

【0038】水回収装置20Aは、上流の燃料ガス流路に接続する導入口21と、下流のガス流路に接続する排出口22とを備える。導入口21と排出口22の間には、管路23が備えられ、導入口21から導入された燃料ガスは、管路23を流れて、排出口22から排出される。

【0039】管路23には、流れ方向に略直角に配設された多数の仕切り板24が備えられる。これらの仕切り板24によって、燃料ガス中の水分が除去される。管路23内に発生した水は、管路23の傾斜した底面および傾斜樋25を伝って流れ、タンク口26から水回収タンク27に回収される。水回収タンク27内に回収された水28の水位は、水位センサ29により検出される。

【0040】水回収タンク27の最下部には、タンク排出口30が備えられる。このタンク排出口30には、排出バルブ31が設けられている。これにより、排出バルブ31の閉止時には、水28は水回収タンク27内に貯まっていき、排出バルブ31の開放によって、タンク排出口30を通過して外部に放出されるようになっている。排出バルブ31の開閉は、図示されないコントローラ（マイクロコンピュータ等）により制御される。

【0041】図3には、水回収装置20A、20Bに備えられた排出バルブ31の開閉制御の処理手順をフローチャートで示す。

【0042】このバルブ開閉制御は、水回収装置20Aの排出バルブ31と、水回収装置20Bの排出バルブ31について、それぞれ実行されるもので、上述のコントローラにおいて、所定時間毎（例えば10msec毎）に繰り返される。

【0043】ステップS1では、減算タイマのタイマ値T_oが0であるか否かを判定し、0でなければステップS2に進み、0であればステップS4に進む。ここで、減算タイマとは、後述のステップから分かるように、排出バルブ31が開放されてからの時間を計測するタイマである。

【0044】ステップS2では、バルブ開放命令が発せられ、排出バルブ31を所定の開度（例えば全開）で開状態とする。続くステップS3では、減算タイマ値T_oを1単位減算して、ルーチンを終了する。

【0045】一方、ステップS4では、バルブ閉止命令が発せられ、排出バルブ31を閉止状態とする。ステップS5では、水回収タンク27内の水28の水位H_wを計測する。

【0046】ステップS6では、ステップS5で計測した水位H_wが基準高水位L_{imH}以上であるか否かを判定する。この判定により、水位H_wが基準高水位L_{imH}以上であれば、ステップS7に進み、減算タイマT_oに、あらかじめ決められている初期値i_{nit}Tを設定

して、ルーチンを終了する。一方、基準高水位L_{imH}以上でなければ、ステップS8に進み、減算タイマT_oに0を設定して、ルーチンを終了する。

【0047】つぎに、全体的な作用について説明する。

【0048】燃料電池システムは、燃料電池スタック1の燃料極2に水素貯蔵タンク4からの水素ガス（燃料ガス）を供給し、酸化剤極3に圧縮機11からの圧縮空気を供給することにより、燃料電池スタック1内で水素と酸素を反応させ、発電する。この場合、放熱冷却等により燃料ガス流路（循環回路7）内に発生した水は、燃料電池スタック1の上下流に配置された水回収装置20A、20Bで回収される。このように、燃料電池スタック1の上流と下流に水回収装置20A、20Bを設けることにより、燃料ガス流路に発生した水は、燃料電池スタック1の上流、下流のいずれで発生したとしても、いずれかの水回収装置20A、20Bに確実に回収される。したがって、燃料電池スタック1の内部に余分な水が侵入して、燃料電池スタック1の発電効率が悪化してしまうことを防止できる。

【0049】水回収装置20A、20Bにおいては、管路22に設けられた仕切り板23により燃料ガスから水分が除去され、この除去された水は、傾斜樋25、タンク口26を通過して、水回収タンク27内に回収される。水回収タンク27内に回収された水28は、排出バルブ31の開閉によりタンク排出口30から排出される。これにより、水28の水位がタンク口26、傾斜樋25、さらには管路22にまで達して、水回収装置20A、20Bから燃料ガス流路側に流れ出してしまうたり、水回収装置20A、20Bの水分除去機能が低下したりしないようになっている。

【0050】排出バルブ31は、水位センサ29より検出される水位H_wが基準高水位L_{imH}に達した時点で開放され、この開放開始から開放時間i_{nit}Tが経過した時点で閉止される。ここで、開放時間i_{nit}Tには、その時間にわたって排出バルブ31が開放されていたとしても、基準高水位L_{imH}にあった水28が水回収タンク27から総て排出されてしまうことがないような時間が、水回収装置20A、20Bのそれぞれについて、あらかじめ設定されている。これにより、水回収タンク27内の水28が完全に無くなってしまう前に、排出バルブ31が閉止されることになる。

【0051】このように、排出バルブ31の開放制御は、水位H_wが基準高水位L_{imH}になったことと、バルブ開放から開放時間i_{nit}Tが経過したことに基いて実行され、水位センサ29による低水位検出とは無関係に実行される。このため、水28が排出バルブ31を閉止すべき低水位となるタイミングを、誤検出が生じる可能性がある水位センサからの信号に頼ることなく、確実に推定できるので、水回収タンク27内の水28が無くなってしまう前に、適切に排出バルブ31を閉止で

きる。したがって、管路22を流通する燃料ガスが排出バルブ31から外部に逃げていくことはなく、供給燃料ガスに対する出力電力効率が低下してしまうことを防止できる。

【0052】図4、図5には、本発明の他の実施の形態を示す。

【0053】この実施形態は、上記図1～図3の実施形態と比較して、排出バルブ31の開放時間を燃料電池スタック1に供給される燃料ガス圧力（燃料ガス管路の圧力）PHに基づいて決定する点でのみ異なるものであり、他の構成や制御においては共通する。したがって、以下の説明では、この相違点を中心に説明する。

【0054】図4は、排出バルブ31の開閉制御の処理手順を示すフローチャートである。

【0055】ステップS11～ステップS15では、それぞれ図3のステップS1～ステップS5の処理と同様の処理が実行される。つまり、減算タイマT_oが0でないときには（ステップS11）、バルブ開放命令を発し（ステップS12）、減算タイマT_oを減算して、ルーチンを終了する。また、減算タイマT_oが0のときには、バルブ閉止命令を発し（ステップS14）、水位H_wを計測して、ステップS16に進む。

【0056】ステップS16では、圧力センサ8により、燃料電池スタック1の燃料極2に供給される燃料ガスの圧力PHを計測する。

【0057】ステップS17では、ステップS15で計測した水位H_wが基準高水位L_imH以上であるか否かを判定し、基準高水位L_imH以上であれば、ステップS18に進み、基準高水位L_imH以上でなければ、ステップS19に進む。

【0058】ステップS18では、ステップS16で計測した燃料ガス圧力PHに基づいて開放時間f（PH）を決定し、この開放時間f（PH）を減算タイマT_oに設定して、ルーチンを終了する。一方、ステップS19では、減算タイマT_oに0を設定して、ルーチンを終了する。

【0059】図5には、燃料ガス圧力PHに基づいて開放時間を定めるための関数f（PH）の一例を示す。この図5のようなテーブルは、あらかじめコントローラ内に記憶されており、開放時間の決定（上記ステップS16の処理）に際して参照される。

【0060】図示されるように、燃料ガス圧力PHが大気圧以下の場合には、開放時間（減算タイマの初期値initT_o）は0に設定され、排出バルブ31は開放されない。これにより、水回収装置20A、20Bを流通する燃料ガス圧力が大気圧以下であるにもかかわらず排出バルブ31が開放されて、タンク排出口30から大気が逆流してしまうことを防止できる。

【0061】一方、燃料ガス圧力PHが大気圧以上の場合には、開放時間として0でない値が設定されるが、こ

の設定値は燃料ガス圧力PHが大きくなるほど短くされる。このように開放時間を開放時間を燃料ガス圧力PHの増大にしたがって短くするのは、排出バルブ31の開度が同じであれば、水回収装置20A、20B内の燃料ガス圧力が高いほど、タンク排出口30からの水28の排出速度が早くなり、必要な量の排出を短時間でできることに基づくものである。

【0062】以上のように本実施の形態では、燃料電池スタック1に供給される燃料ガス圧力PHにしたがって排出バルブ31の開放時間が設定されるので、排出バルブ31の開閉を的確に制御できる。例えば、燃料ガス圧力PHが高く、タンク排出口30からの水28の排出速度が速い場合には、開放時間は短くされるので、排出バルブ31は、水回収タンク27内の水28が完全に排出されてしまう前に確実に閉止され、燃料ガスがタンク排出口30から放出されてしまうことはない。

【0063】図6、図7には、本発明のさらに他の実施の形態を示す。

【0064】この実施の形態は、上記図4、図5の実施形態と比較して、排出バルブ31の開放時間を燃料電池スタック1の出力電力PWに基づいて決定する点で異なるものであり、他の構成や制御においては共通する。

【0065】図6は、排出バルブ31の開閉制御の処理手順を示すフローチャートである。

【0066】ステップS21～ステップS25では、それぞれ図3のステップS1～ステップS5の処理と同様の処理が実行される。

【0067】ステップS25に続くステップS26では、燃料電池スタック1の出力電力PWを計測（演算により推定）する。

【0068】ステップS27では、ステップS25で計測した水位H_wが基準高水位L_imH以上であるか否かを判定し、基準高水位L_imH以上であれば、ステップS28に進み、基準高水位L_imH以上でなければ、ステップS29に進む。

【0069】ステップS28では、ステップS26で計測した燃料電池スタック1の出力電力PWに基づいて開放時間g（PW）を決定し、この開放時間g（PW）を減算タイマT_oに設定して、ルーチンを終了する。一方、ステップS29では、減算タイマT_oに0を設定して、ルーチンを終了する。

【0070】図7には、上記ステップS28において、燃料電池スタック1の出力電力PWに基づいて開放時間を定めるための関数g（PW）の一例を示す。

【0071】図示されるように、開放時間（減算タイマの初期値initT_o）は、燃料電池スタック1の出力電力PWが増大するにつれて短くなるように設定される（ただし、上限と下限においては略一定とされる）。これは、燃料電池スタック1の出力電力PWが大きくなるほど、燃料ガスの圧力が高くなる関係があることか

ら、上記図4、図5の実施形態と同様に、燃料ガス圧力が高くなるにしたがって開放時間が短くなるようにしたものである。

【0072】このように、燃料電池スタック1の出力電力PWに基づいて開放時間を設定することによっても、燃料ガス圧力に応じた開放時間を設定することができるので、排出バルブ31の開閉を的確に制御できる。

【0073】図8、図9には、本発明のさらに他の実施の形態を示す。

【0074】この実施の形態は、上記図4、図5の実施形態と比較して、排出バルブ31の開放時間を圧力制御バルブ5の弁開度HVOに基づいて決定する点で異なるものであり、他の構成や制御においては共通する。

【0075】図6は、排出バルブ31の開閉制御の処理手順を示すフローチャートである。

【0076】このバルブ開閉制御では、上記図4のバルブ開閉制御と比較して、ステップS36、ステップS38の処理内容が、それぞれ図4のステップS16、ステップS18の処理内容と異なるだけで、他のステップでは同様の処理が実行される。すなわち、ステップS31～ステップS35では、それぞれ図4のステップS11～ステップS15と同様の処理が実行され、また、ステップS37、ステップS39では、それぞれステップS17、ステップS19と同様の処理が実行される。

【0077】ステップS35に続くステップS36では、圧力制御バルブ5の弁開度HVOを計測して、ステップS37に進む。

【0078】ステップS37の判定で水位Hwが基準高水位LimH以上であれば、ステップS38に進み、ステップS35で計測した弁開度HVOに基づいて開放時間h(HVO)を決定し、この開放時間h(HVO)を減算タイマToに設定して、ルーチンを終了する。

【0079】図9には、上記ステップS38において、圧力制御バルブ5の弁開度HVOに基づいて開放時間を定めるための関数h(HVO)の一例を示す。

【0080】図示されるように、開放時間(減算タイマの初期値initTo)は、燃料電池スタック1の出力電力PWが増大するにつれて短くなるように設定される(ただし、上限と下限においては略一定とされる)。これは、圧力制御バルブ5の弁開度HVOが大きくなるほど、燃料ガスの圧力が高くなることから、上記図4、図5の実施形態と同様に、燃料ガス圧力が高くなるにしたがって開放時間が短くなるようにしたものである。

【0081】このように、圧力制御バルブ5の弁開度HVOに基づいて開放時間を設定することによっても、燃料ガス圧力に応じた開放時間を設定することができ、排出バルブ31の開閉を的確に制御できる。

【0082】図10には、本発明のさらに他の実施の形態における水回収装置20A、20Bを示す。

【0083】この実施の形態は、水回収装置20A(図

10(A)に示す)の排出バルブ31Aの全開時開口面積よりも、水回収装置20B(図10(B)に示す)の水排出バルブ31Bの全開時開口面積を大きくしたもので、この点以外については、水回収装置20A、20Bともに、上記図2の実施の形態と同様の構造をもっている。

【0084】このように水回収装置20Bの排出バルブ31Bの全開時開口面積を大きくしたのは、以下の理由による。燃料電池スタック1下流の燃料ガスは、燃料電池スタック1内の反応に使用された分、燃料電池スタック1上流の燃料ガスよりも圧力が低くなっているため、水回収装置20A内を流通する燃料ガスよりも、水回収装置20B内を流通する燃料ガスの方が圧力が低くなる。このため、排出バルブ31Aと排出バルブ31Bの開口面積が同じであれば、排出バルブ31Aからの排出量は、排出バルブ31Bからの排出量よりも多くなってしまふ。そこで、排出バルブ31Bの全開時開口面積を排出バルブ31Aの全開時開口面積よりも広くする。これにより、同じ開放時間での排出バルブ31Aからの排出量と排出バルブ31Bからの排出量を略同じぐらいにできるので、排出バルブ31Aと31Bで開放時間を同じにして制御することが可能となり、制御を簡略化できる。

【0085】図11には、本発明のさらに他の実施の形態における水回収装置20Aを示す。

【0086】この実施の形態は、上記図1～図3の実施の形態と比較して、水回収装置20A、20Bにおける水位センサ29を、高水位検出センサ40に置き換えた点でのみ異なり、他の点では共通する。

【0087】高水位検出センサ40は、両端が開放された筒41と、この筒41内に収容された浮き42と、水回収タンク27上部に設置されたスイッチ43とからなる。このような構成により、水28の水面が基準高水位に達すると、水面に浮かぶ浮き42がスイッチ43に接触して、これが検出されるようになっている。

【0088】このように、本発明の水位センサは、一つの基準高水位のみを検出するものであればよい。したがって、高水位検出センサ40のように、水位センサの構成を簡略化でき、コスト削減を図り得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における燃料電池システムを示す構成図である。

【図2】同じく水回収装置の構造を示す図である。

【図3】同じく排出バルブの開閉制御を示すフローチャートである。

【図4】本発明の他の実施の形態における排出バルブの開閉制御を示すフローチャートである。

【図5】同じく燃料ガス圧力と排出バルブの開放時間との関係を示す特性図である。

【図6】本発明のさらに他の実施の形態における排出バ

ルブの開閉制御を示すフローチャートである。

【図7】同じく燃料電池スタックの出力電力と排出バルブの開放時間との関係を示す特性図である。

【図8】本発明のさらに他の実施の形態における排出バルブの開閉制御を示すフローチャートである。

【図9】同じく圧力制御バルブの開度と排出バルブの開放時間との関係を示す特性図である。

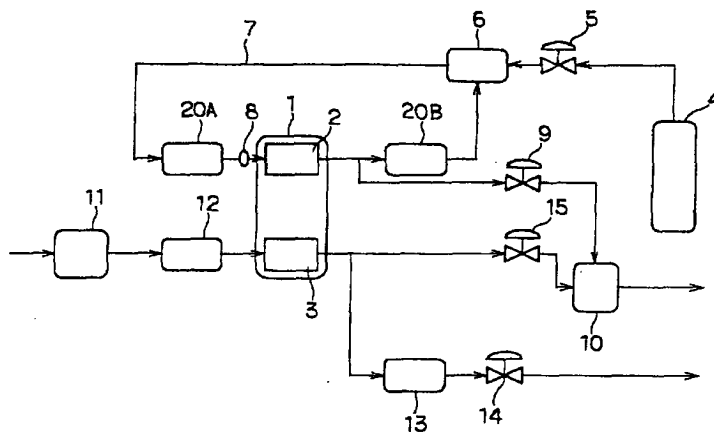
【図10】本発明のさらに他の実施の形態における水回収装置の構造を示す図である。

【図11】本発明のさらに他の実施の形態における水回収装置の構造を示す図である。

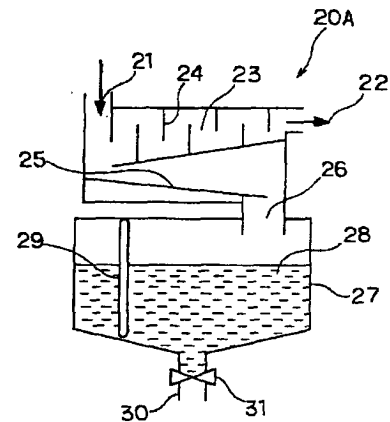
【符号の説明】

- 1 燃料電池スタック
- 2 燃料極
- 3 酸化剤極
- 7 循環管路
- 20A、20B 水回収装置
- 27 水回収タンク
- 29 水位センサ
- 30 タンク排出口
- 31 排出バルブ
- 40 高水位検出センサ

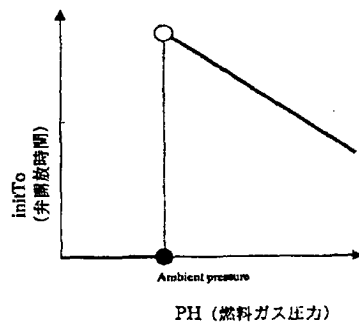
【図1】



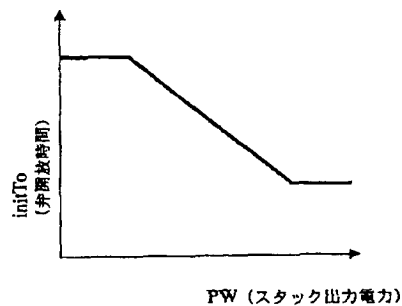
【図2】



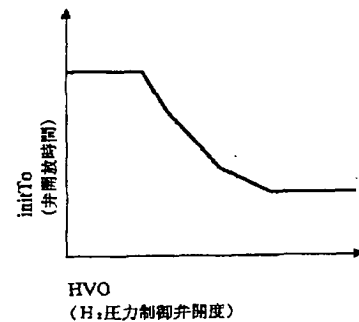
【図5】



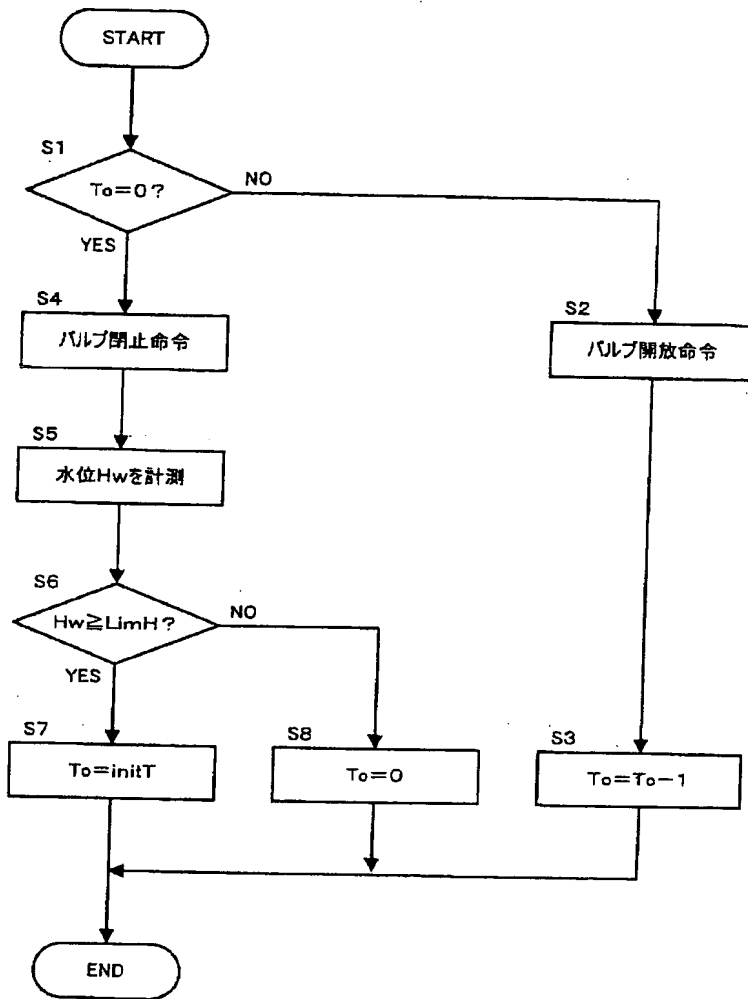
【図7】



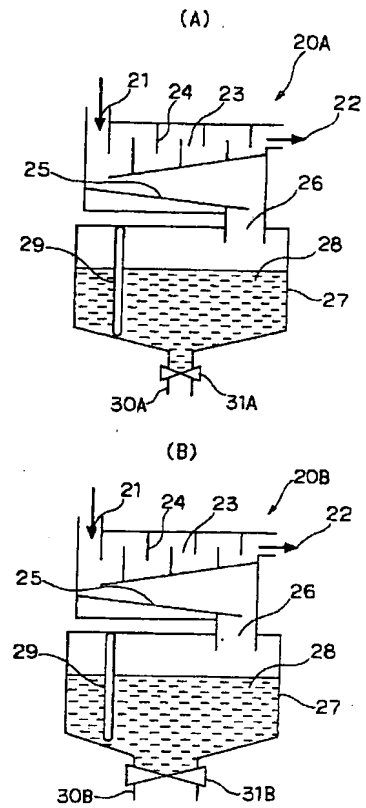
【図9】



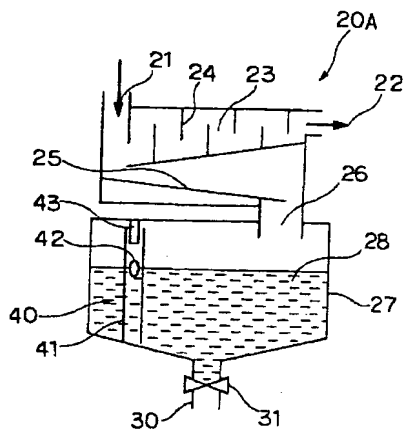
【図3】



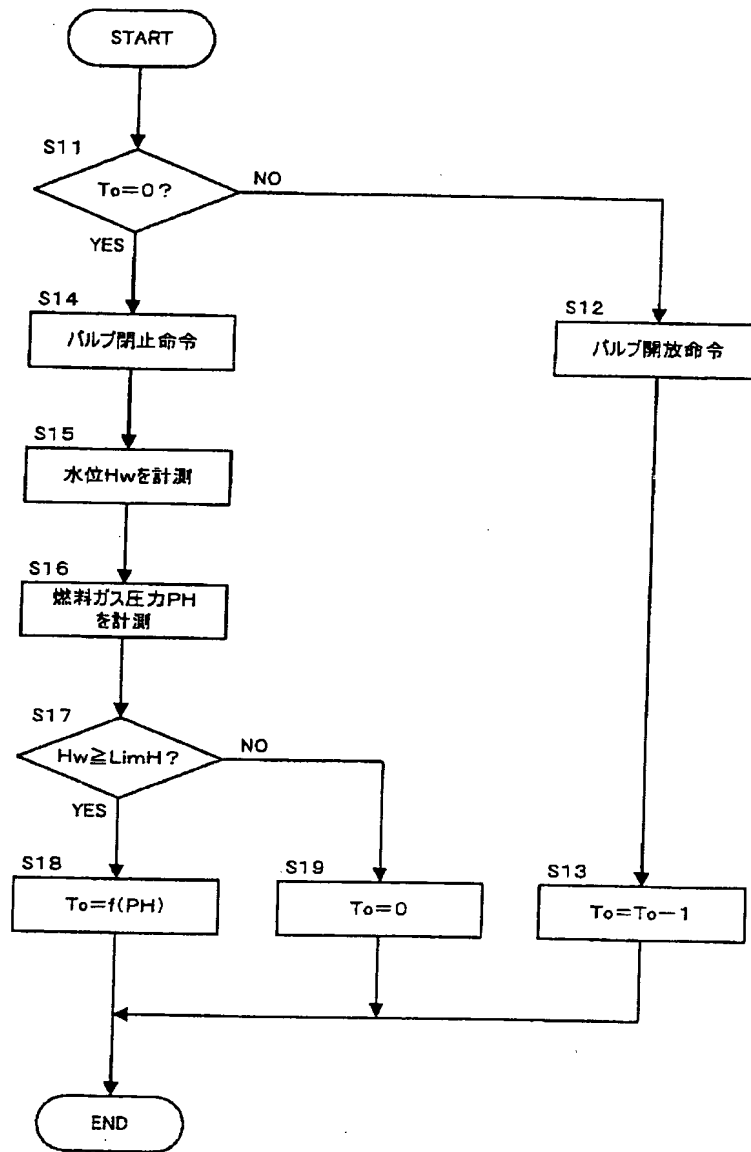
【図10】



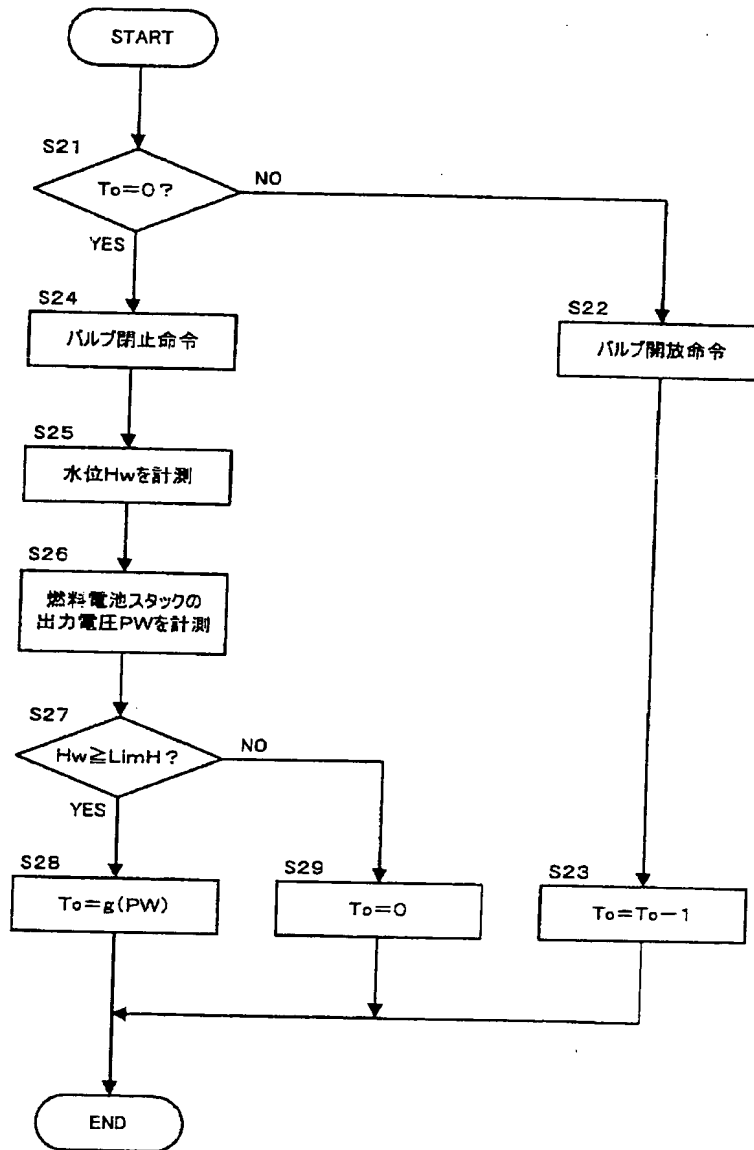
【図11】



【図4】



【図6】



【図8】

